

Luis Domingo Laino

## El aprovechamiento energético

en la industria azucarera Cubana





# El aprovechamiento energético en la industria azucarera Cubana

Luis Domingo Laino\*

**Ante la baja de los precios internacionales del azúcar, el encarecimiento de los costos de la energía y el considerable daño que los combustibles fósiles causan al ambiente, Cuba ha apostado a la reestructuración de su tradicional industria azucarera, en el marco de la política energética y de fomento a las fuentes al-**



**ternativas. En la actualidad, la Isla se enfrenta al gran desafío de recuperarse de la destrucción provocada por los recientes fenómenos naturales y, al mismo tiempo, seguir avanzando en la transformación del sector azucarero, buscando modificar la matriz energética y profundizar los cambios obtenidos, hacia un mayor aprovechamiento del uso de las energías renovables.**

## Introducción

En la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo en 2002, se dio a conocer que 2.400 millones de personas usan la biomasa tradicional como su fuente primaria de energía y 1.600 millones no tienen acceso a la electricidad. Por ello, dentro de los Objetivos del Milenio de las Naciones Unidas se considera crucial el mayor acceso de la población a los servicios de energía, en la meta de avanzar hacia un desarrollo sostenible, con una disminución de la pobreza y la desigualdad social.

Desde inicios de la presente década, la política energética cubana –llamada “Revolución Energética”– se basó en cinco programas: (i) utilización racional de la energía, con el objetivo de lograr ahorro y uso eficiente, (ii) transformaciones del sistema eléctrico, (iii) aumento de la producción de petróleo, (iv) auspicio a la colaboración internacional, y (v) incremento del uso de las energías renovables.

Considerando el objetivo de incrementar el uso de fuentes renovables, el presente artículo se propone explorar la experiencia cubana en la transformación de su sector azucarero y el aprovechamiento energético de los residuos de esta industria, teniendo en cuenta las posibilidades que presenta el sector de la caña de azúcar, de sumo potencial también en Paraguay.

Cabe destacar que actualmente, la industria cañera cubana se halla en plena recuperación, luego de la devastación provocada por dos poderosos huracanes que afectaron a numerosos ingenios azucareros y redes eléctricas de Cuba, y provocaron una considerable destrucción de viviendas y la agricultura.

\* Doctor en Ciencias Económicas, UNA. Máster en Economía, American University, Washington DC, con especializaciones en Suecia, Corea y Estados Unidos. Desempeñó funciones en la Secretaría Técnica de Planificación y como Profesor de la Facultad de Economía, UNA. Fue Encargado de Negocios del Paraguay en Portugal y actualmente es Embajador en Cuba.

A continuación se abordan la actual recuperación del sector azucarero, la industria cañera y su proceso de reestructuración, para luego presentarse algunas de las más importantes experiencias de aprovechamiento energético de la biomasa cañera en Cuba.

## La recuperación del sector azucarero luego de los huracanes

Los huracanes “Gustav” y “Ike” causaron cuantiosos perjuicios a Cuba. Datos oficiales revelan que más de 16.000 trabajadores del sector azucarero sufrieron daños parciales en sus viviendas, y unos 3.400 quedaron con sus hogares totalmente derrumbados.

El momento en que los huracanes afectaron a los centrales azucareros –entre fines de agosto y comienzos de setiembre de 2008– coincidió con el periodo de preparativos de la zafra, en especial en aquellas empresas que dan inicio a dichas labores.

A pesar de la difícil situación, para inicios de octubre de 2008 se estabilizó la producción de la casi totalidad de los ingenios que fueron afectados. Fuentes del Ministerio del Azúcar informaron que la estabilización del ritmo de trabajo lograda en los centrales se basó en medidas organizativas y técnicas aplicadas para eliminar los atrasos en las áreas fabriles, que oscilan entre 10 y 15 días.

Se informa asimismo que la siembra y resiembra, tareas que son básicas para la recuperación, alcanzaron promedios diarios que muestran me-

joras progresivas. Otras tareas de recuperación realizadas son: el desagüe de los campos inundados, la preparación y alistamiento de tierras y la aplicación de herbicidas.

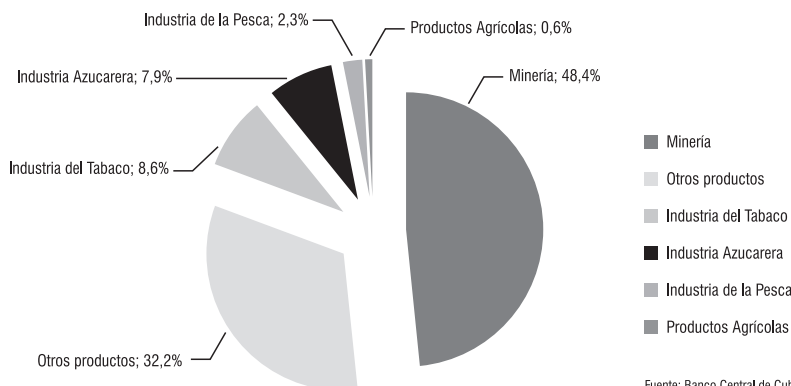
## La industria azucarera cubana

Durante gran parte del siglo pasado, Cuba fue uno de los mayores exportadores de azúcar a nivel mundial. De esta forma, la Isla concentró considerablemente su producción en este rubro, lo que por un lado le otorgó influencia en las condiciones del comercio internacional, pero por otra parte, colocó al país en una situación de dependencia de las eventuales coyunturas.

Ante los bajos precios internacionales, el gobierno cubano se vio forzado a encarar una reestructuración de su tradicional sector azucarero, cerrando una gran cantidad de unidades productivas desde inicios de la presente década.

Si bien la producción azucarera disminuyó desde entonces, este rubro continúa siendo de significancia para la economía cubana. En 2006 y 2007, la mencionada industria adicionó al Producto Interno Bruto sumas de 201 y 199 millones de dólares respectivamente, a precios constantes de 1997, lo que representa niveles de unos 220 millones, a precios corrientes. La industria azucarera es en la actualidad la tercera en importancia entre las exportaciones de bienes de la Isla, siguiendo al níquel y al tabaco.

Gráfico 1  
Cuba: Exportaciones de Mercancías por Grupos de Productos



Fuente: Banco Central de Cuba, 2006.

En países como Cuba, la disminución de escala en el sector azucarero se enfrenta al reto de lograr una conversión de éste hacia una industria energética para producir electricidad y combustibles, considerando el excelente potencial existente. En este sentido, la Isla aumentó la utilización de la biomasa cañera en la generación de energía a escala nacional, lo que permitió más eficiencia y creación de empleos, así como disminuyó la dependencia de los combustibles fósiles, con efectos positivos para el medio ambiente.

Se estima un potencial instalado de 478,5 MW en la industria azucarera y de 50 MW en el níquel. En vistas a avanzar en el uso de la biomasa, en la Isla de la Juventud, un primer grupo electrógeno de 50 kW se encuentra en ejecución, y en fase de diseño una planta de 1 MW, ambos a partir de la biomasa forestal.

A nivel país, se calcula una capacidad de cogeneración de 1.325 MW, de los cuales 1.250 MW radica en la industria azucarera. De acuerdo al Ministerio del Azúcar, se realizan importantes esfuerzos para aumentar el aporte de las unidades azucareras a la generación de electricidad, estimándose que para el año 2010 todas las empresas tendrán diseñados sus proyectos integrales de medio ambiente.

En un futuro, las instalaciones podrían abastecerse totalmente en generación de electricidad, convirtiendo los residuales de la industria en fuentes de energía, abono y alimentos. Numerosos centrales azucareros están actualmente conectados al sistema electroenergético nacional.

P. López<sup>1</sup> concluye que el 14% en promedio (peso seco) de la caña de azúcar procesada da lugar a residuos o bagazo, y aproximadamente el 8% de la caña cosechada y procesada en los centrales está formada por residuos. El autor estima asimismo que existen en el país 610.000 hectáreas dedicadas a la producción forestal, con propósito energético e industrial, y que la explotación de esta área generará una cantidad considerable de residuos que pueden ser usados como combustible.

1 López, Paulino (2005). "Potencial combinando de calor y energía a partir del uso de residuos de la cosecha en la industria azucarera en Cuba". Ministerio de la Industria Azucarera, Cuba.

## La reestructuración del sector

El plan de reestructuración del sector azucarero, denominado "Tarea Álvaro Reynoso"<sup>2</sup>, fue la respuesta de Cuba a la tendencia a la baja de los precios internacionales, y tuvo como objetivos: (i) la disminución de costos por tonelada de caña de azúcar, (ii) la búsqueda de mayor valor agregado y competitividad, (iii) el aumento de la producción de alimentos mediante la diversificación, y (iv) el desarrollo de una agricultura sostenible.

La reestructuración, que se inició en 2002, realizó una selección de los 85 centrales azucareros más eficientes, e implicó la desactivación de otros 70, que no eran competitivos en las nuevas circunstancias. Estas medidas se aplicaron a través de estudios tecnológicos, de mercado y precios, de eficiencia industrial, de calidad de suelos, y de rendimiento. A fines de 2005, los centrales cerrados sumaron 109, estimándose un ahorro de 200 millones de dólares.

Cabe destacarse la protección que se dio a los trabajadores del sector, a través de la reubicación y la participación en el proceso de reestructuración de sus lugares de trabajo. Se constituyeron comisiones de tratamiento laboral y se creó el curso de superación para 100.000 trabajadores azucareros, en el central "Eduardo García Lavandero".

Los objetivos de rendimiento de la "Tarea Álvaro Reynoso" fueron lograr una cosecha del orden de 54 toneladas por hectárea, y obtener rendimientos industriales del 12%. En cuanto a la diversificación, más de un millón de hectáreas –que eran destinadas al azúcar– pasaron a utilizarse en la producción de alimentos, dándose un uso más eficiente a las parcelas. Actualmente, se realiza una importante reforma en la agricultura.

El aprovechamiento energético en el sector fue una prioridad de la reestructuración, constituyéndose la producción de electricidad por cogeneración en los ingenios en el mayor derivado de la fabricación de azúcar. A continuación se presentan conceptos y experiencias en este campo.

2 Datos basados en Alfonso, Carmen (2006). 100 Preguntas y Respuestas sobre Cuba. 17ª Edición. Editorial Pablo de la Torre. La Habana.



## Residuos de la cosecha azucarera en la generación de energía

Como afirman F. Pérez y A. Verdecia (Ministerio del Azúcar)<sup>3</sup>, el uso de la biomasa de la caña de azúcar en la industria es una tradición en Cuba, iniciada con la introducción de cosechadoras mecánicas a fines de la década del cincuenta, las que permitieron la recolección y uso de los residuos.

Por otra parte, indican que la industria ha desarrollado diferentes equipos para procesar y separar la caña de azúcar y los residuos que se transportan juntos al central, desde que el central “Urbano Noris”, en 1982, fue el primero en instalar un esquema para el procesamiento de residuos; y el “Ramón Ponciano”, en 1990, obtuvo el mayor procesamiento con 32.000 toneladas/año. No obstante, los autores consideran que los aspectos económicos han sido una barrera para una utilización más sustancial de los residuos por parte del sector.

3 Pérez, Félix-Verdecia, Ángel (2005). “Residuos de la Cosecha Azucarera y su Uso en la Generación de Energía”. Ministerio de la Industria Azucarera, Cuba.

Los representantes de la cartera del azúcar presentan estadísticas interesantes: entre 1983 y 2005, Cuba ha utilizado más de 2 millones de toneladas de residuos como combustible, lo que se estima sustituyó unas 500.000 toneladas de petróleo y evitó la emisión de 1,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. A pesar de estos logros, afirman que sólo se ha usado el 5% del total de los residuos en el país. Por lo tanto, el potencial de generación en el sector es de gran consideración, en el marco de la transformación energética trazada.

Los autores citados enumeran factores que respaldan el uso de residuos en la Isla:

- El incremento del precio del petróleo
- Suministrar energía a las destilerías y refinerías de azúcar
- Utilizar la capacidad instalada de los centrales durante el tiempo muerto
- Sustitución de la madera, lo cual reduce la presión ambiental y los costos
- La existencia de un esquema largo de zafra en Cuba

Cuadro 1  
Evolución del uso de residuos en Cuba

Zafra	Miles de toneladas métricas	Uso como % del total disponible en las instalaciones de separación
1994	124,9	4,6
1995	125,8	6,1
1996	122,2	4,4
1997	130,3	4,6
1998	146,2	7,2
1999	132,1	6,5
2001	72,6	3,2
2002	133,5	5,8
Rango	(72,6 - 146,2)	(3,2 - 7,2)

Fuente: F. Pérez-A. Verdecia

Cuadro 2  
Portadores energéticos de combustibles fósiles comparados con los portadores energéticos renovables

Portadores de Energía Fósil		Portadores de Energía Renovable	
14,6 kWh	Electricidad	14,6 kWh	Electricidad
7,2 kg	Fuel oil	38,2 kg	Bagazo/residuos
10,2 kg	Diesel	16,0 litros	Alcohol
2,0 kg	Gasolina	4,1 litros	Alcohol
3,7 kg	Combustible de madera	6,2 kg	Bagazo/residuos

Fuente: F. Pérez-A. Verdecia

Por último, una ilustrativa tabla es presentada por Pérez-Verdecia, considerando que el uso de residuos, combinados con otros portadores energéticos renovables, permite la sustitución de varios portadores de energía basados en combustibles fósiles que se consumen en los centrales. Se ilustra así la equivalencia en energía de portadores tradicionales de combustibles fósiles, comparados con las opciones de energía renovable.

### La utilización del bagazo en el central “Carlos Manuel de Céspedes”

El central azucarero “Carlos Manuel de Céspedes” de Camagüey es uno de los más importantes de Cuba, y de los que mayor energía sobrante aporta al sistema electroenergético nacional. La gran producción de bagazo de caña de azúcar hace incluso que este combustible pueda ser enviado a otros ingenios cercanos al Céspedes para su aprovechamiento.

Desde comienzos de 2008, se realiza el proyecto de instalación de un turbogenerador de extracción condensable, capaz de producir 5 MWh. La inversión, que ya se encuentra en etapa final, permitirá la entrega del total de la energía producida al sistema nacional. Debido a la gran cantidad de bagazo disponible en el central –aproximadamente unas 40.000 toneladas– el suministro durará todo el tiempo de la zafra, y hasta un mes luego de terminada la molida.

El responsable del proyecto en el central Céspedes explicó que el turbogenerador, el cual sirvió de elemento matriz, estaba sin funcionar en la Organización Básica Eléctrica de Ciego de Ávila, pero con su mecanismo para trabajar con diésel habilitado. Este motor fue adecuado, trabajo para el que se realizaron adaptaciones e inventi-

vas de experimentados técnicos. El turbogenerador producirá incluso más energía que la necesaria diariamente en todo el municipio donde se ubica el central.

El esquema energético de los ingenios azucareros cubanos está basado en la utilización del bagazo para el funcionamiento de las calderas de vapor, y en la actualidad la generación de electricidad para el autoabastecimiento avanza hacia la posibilidad de entrega de los excedentes a la red nacional, en lo que la experiencia del Céspedes es sumamente significativa.

El autoabastecimiento de electricidad de los ingenios permite que la casi totalidad de los centrales de las provincias suministren 12 GWh a la red nacional, lo que equivale al 4% de toda la electricidad producida en los ingenios activos. Los aportes más significativos se dan en las industrias de Villa Clara, Sancti Spíritus, Camagüey, Matanzas, Cienfuegos y Holguín.

### El proyecto de cogeneración del central “Héctor Molina”

Un proyecto de cogeneración que utiliza residuos de caña de azúcar y bagazo se desarrolla en el central “Héctor Molina”, que de acuerdo a A. Estrada y P. López<sup>4</sup> tiene 21.000 hectáreas sembradas con caña, y produce azúcar y etanol, con una capacidad de molida diaria de 10.000 toneladas.

Siguiendo la fuente citada, el proyecto comprende la instalación de una caldera con capacidad de 170 toneladas por hora a 65 kg/cm<sup>2</sup> y 480°C,

<sup>4</sup> Estrada, Aldo-López, Paulino (2005). “Proyecto de Cogeneración que Utiliza Residuos de Caña de Azúcar y Bagazo en el Central Héctor Molina en Cuba”. Empresa Azucarera Héctor Molina y Ministerio de la Industria Azucarera, Cuba.

Cuadro 3  
Central “Héctor Molina” - Producción esperada de biomasa

Año	Cant. de caña de azúcar procesada (ton.)	Cant. de bagazo (ton.)	Cant. de residuos (ton.)	Cant. de residuos dejados en el campo (hum.: 50%)	Total (ton.)
2009-2010	902.880	254.287	67.809	38.687	360.783
2010-2011	1.019.520	285.600	76.160	38.687	400.447
2011-2012	1.140.480	332.775	88.740	35.170	456.685

Fuente: A. Estrada-P. López



que es acoplada a una turbina de 30 MW, esperando una productividad general de 183 kWh por tonelada de caña. El proyecto tiene potencial para la entrega de 143 GWh de electricidad a la red nacional.

Los citados autores mencionan que, durante la zafra azucarera, la unidad eléctrica utiliza bagazo y otros residuos de la cosecha, y que la operación fuera del tiempo de zafra es posible mediante el almacenamiento de parte de la biomasa que no se consume en la zafra. Estiman asimismo que el proyecto logra beneficios ambientales, pues sustituye combustibles fósiles por biomasa, calculándose que se evita de esta forma la emisión de alrededor de 137.000 toneladas de CO<sub>2</sub> por año.

### El uso del etanol como combustible

Los estudios para la utilización del etanol se iniciaron en Cuba con las primeras crisis del petróleo en los años setenta, y actualmente se utiliza el etanol como un oxigenado en la gasolina, como combustible puro, y mezclado con gasolina en una proporción del 10%, de acuerdo a J. Villareal del Ministerio del Transporte de la Isla<sup>5</sup>. En relación al etanol como sustituto del diesel, el autor afirma que no hay mucha experiencia en la materia.

J. Villareal refiere que el etanol mezclado con gasolina en una proporción del 25%, fórmula probada en Cuba, resulta en un incremento en el octanaje de 10 unidades y funciona como antidetonante. Asimismo, afirma que la mezcla mejora la limpieza de los carburadores, no se requiere de mantenimiento adicional, ni interfiere con el aceite de motor. Por último, se ha probado que los motores que utilizan la mezcla son comparables en eficiencia a los que queman gasolina pura.

### Los ingenios azucareros y las emisiones contaminantes

Directivos del Ministerio del Azúcar informaron que un tercio del total de las emisiones contaminantes del país son generadas por el sector, por lo que se prioriza la aplicación y cumplimiento integral de la política ambiental de la institución.

En mayo de 2008, se informó que la agroindustria azucarera ha disminuido su carga contaminante al entorno, tras la implementación de la política energética en la Isla. Se busca minimizar el impacto sobre el ambiente, potenciando el mayor uso de la biomasa, de forma a disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como a través del lavado y recuperación de este gas.

El informe, dirigido a la Comisión de Energía y Medioambiente de la Asamblea Nacional, mencionó que la reducción de la cantidad de ingenios azucareros a la cifra actual de 61 disminuyó consecuentemente los residuales contaminantes. Con anterioridad a la reestructuración del sector, las aguas contaminantes ascendían a 700 metros cúbicos diarios, y en la actualidad el volumen es de 213 metros cúbicos.

Las medidas del Ministerio del Azúcar para mitigar el impacto ambiental son: (i) la reforestación de cuencas hidrográficas, (ii) la diversificación de los cultivos, (iii) la creación de 52 centros de entomófagos y entomopatógenos, y (iv) el uso de más de 250.000 toneladas de compost como reconstituyente de los suelos.

Si bien las inversiones no son de gran envergadura, se afirma que los residuales de la industria azucarera son utilizados como abonos, fuentes de energía o materias primas para nuevas producciones. Asimismo, se trabaja en la actualidad con tecnología que permite disminuir el consumo energético, a través de la introducción de variadores de frecuencia, la automatización de los procesos, y el uso adecuado del agua.

### Consideraciones finales

Ante la baja de los precios internacionales del azúcar, el encarecimiento de los costos de la energía y el considerable daño que los combustibles fósiles causan al ambiente, Cuba ha apostado a la reestructuración de su tradicional industria azucarera, en el marco de la política energética y de fomento a las fuentes alternativas.

Se destaca la protección social a los trabajadores del sector, el cuidado de los efectos adversos sobre el ambiente y el mayor aprovechamiento de la biomasa cañera y forestal, que permitió un mayor acceso de la población al servicio de electricidad.

5 Villareal, José (2005). "Evolución del Uso del Etanol en el Sector del Transporte en Cuba". Ministerio del Transporte, Cuba.

El programa para incrementar el uso de energías renovables posibilitó importantes iniciativas, en el marco de la transformación de la industria azucarera. Sin embargo, el esfuerzo se concentra en estos momentos en restablecer el servicio eléctrico en las zonas afectadas por los recientes huracanes que azotaron la Isla y rehabilitar las redes eléctricas destruidas. Además, es considerable la devastación de viviendas y la agricultura, cuya recuperación será prioritaria.

En el contexto del desafío de lograr una mayor disponibilidad de los servicios de energía, debe considerarse el potencial del aprovechamiento

eficiente de la biomasa cañera y forestal. Por otra parte, el uso de estas fuentes de energía contribuye a disminuir la utilización de petróleo, cuyo consumo conduce a fortalecer los efectos del cambio climático.

En la actualidad, Cuba se enfrenta al gran desafío de recuperarse de la destrucción provocada por los recientes fenómenos naturales y, al mismo tiempo, seguir avanzando en la transformación del sector azucarero, buscando modificar la matriz energética y profundizar los cambios obtenidos, hacia un mayor aprovechamiento del uso de las energías renovables.

## Referencias

- Alfonso, Carmen (2006). 100 Preguntas y Respuestas sobre Cuba. 17ª Edición. Editorial Pablo de la Torriente. La Habana.
- Centro de Investigaciones de la Economía Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2004). Investigación sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo Humano en Cuba.
- Cuba Foreign Trade (2007). "Desempeño del Comercio Exterior". Publicación de la Cámara de Comercio de Cuba.
- Cuba Foreign Trade (2007). "Economía Cubana: Situación Actual y Perspectivas". Publicación de la Cámara de Comercio de Cuba.
- Di Cagno, Vittorio (2005). La Protección del Medio Ambiente en Cuba. Editorial de Ciencias Sociales. La Habana.
- Estrada, Aldo - López, Paulino (2005). "Proyecto de Cogeneración que Utiliza Residuos de Caña de Azúcar y Bagazo en el Central Héctor Molina en Cuba". Empresa Azucarera Héctor Molina y Ministerio de la Industria Azucarera. PNUD. Cuba.
- López, Eduardo - Pino, René - Rodríguez, Luisa (2008). "Retos Actuales de América Latina para alcanzar las Metas del Milenio en el Objetivo de Sostenibilidad del Medio Ambiente". Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Cienfuegos. Cuba.
- López, Paulino (2005). "Potencial combinando de calor y energía a partir del uso de residuos de la cosecha en la industria azucarera en Cuba". Ministerio de la Industria Azucarera. PNUD. Cuba.
- Ministerio del Azúcar de Cuba (2008). Datos estadísticos.
- Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (2007). Panorama Económico y Social.
- Pérez, Félix - Verdecia, Ángel (2005). "Residuos de la Cosecha Azucarera y su Uso en la Generación de Energía". Ministerio de la Industria Azucarera. PNUD. Cuba.
- Pichs, Ramón (2008). Temas Relevantes del Debate Actual sobre Energía y Desarrollo. Temas del Economía Mundial N° 13. Centro de Investigaciones de la Economía Mundial. La Habana.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005). "Energía para el Desarrollo Sostenible. Experiencias y Desafíos". La Habana.
- Publicaciones periódicas (2008): Granma, Juventud Rebelde y Trabajadores.
- Quiles, Ernesto (2008). "Bioenergía: Bases para una Plataforma Tecnológica Sustentable". X Encuentro Internacional de Economistas sobre Globalización y Problemas del Desarrollo. La Habana.
- Villareal, José (2005). "Evolución del Uso del Etanol en el Sector del Transporte en Cuba". Ministerio del Transporte. PNUD. Cuba.
- Zanetti, Oscar (2006). "Mercado Azucarero Internacional: La Política de Cuba en el Siglo XX". Cuba Foreign Trade. Publicación de la Cámara de Comercio de Cuba.